

## Microprocessor-controlled knee prosthesis

Patent Number: FR2623086  
Publication date: 1989-05-19  
Inventor(s): PELISSE FRANCOIS  
Applicant(s): ADCRO SECTION CERAVAL (FR)  
Requested Patent: ☐ FR2623086  
Application Number: FR19870015826 19871117  
Priority Number(s): FR19870015826 19871117  
IPC Classification: A61F2/64; A61F2/70; G06F15/42  
EC Classification: A61F2/64, A61F2/68  
Equivalents:

---

### Abstract

---

Microprocessor-controlled prosthesis system intended to facilitate walking of subjects using an apparatus comprising an artificial knee joint. The apparatus is characterised in that, by virtue of electronic circuits, the forces exerted by the prosthesis are measured and analysed by a microprocessor which then switches on a motor device intended for controlling the movement of the knee joint during walking.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

5           **English translation of French patent application FR26233068 entitled:**

**“Genou prothétique commandé par un microprocesseur”**

**MICROPROCESSOR-CONTROLLED KNEE PROSTHESIS**

Microprocessor-controlled prosthesis system intended to facilitate walking of subjects using an apparatus comprising an artificial knee joint. The apparatus is characterized in  
10   that, by virtue of electronic circuits, the forces exerted by the prosthesis are measured and analyzed by a microprocessor which then switches on a motor device intended for controlling the movement of the knee joint during walking.

The invention relates to improvements made to prosthesis having a knee joint, which are meant to be used by amputees. Subjects having had hip disarticulation, a inter-ilio-  
15   abdominal amputation or a thigh amputation may benefit from this system.

While walking, during the pendular phase, the knee joint is animated by a flexion-extension movement of an amplitude of approximately 70°. The muscular actions allow the adjustment of the duration of this angular clearance to the walking cadence.

The absence of prosthetic knee controls forces amputees to adapt their walking cadence to  
20   the duration of the oscillation of their prosthesis or to accept a limp characterized by a prosthesis pendular phase which is abnormally long followed by a stance phase of proportionately reduced duration.

The invention brings about improvements to the known system that allow to perfectly compensate for the absence of prosthetic knee controls. According to one of the  
25   characteristics of the invention, the knee joint is controlled by a microprocessor.

According to another characteristic of the invention, the microprocessor receives the information in the form of electrical tension corresponding to the stress received by a captor located in the leg of the prosthesis.

According to a further characteristic of the invention, the knee joint receives an energy  
30   allowing it to put itself into flexion or into extension. This energy being controlled by the microprocessor.

- 5 The various characteristics and advantages of the invention will emerge from the description of one of its possible embodiments which will follow. It is clearly specified that it is only an example and that other configurations may be adopted without departing from the scope of the invention.

The appended figures illustrate the invention.

- 10 - FIG. 1 is a block diagram schematic representation of the apparatus configuration according to the invention, under a possible embodiment.

- FIG. 2 represents a variant of this device.

The apparatus (figure 1) is supplied in electrical energy by a connection to an autonomous current source (1) (battery or accumulator).

- 15 It comprises a force sensor (2) that may be a stress gauge or constituted of a ceramic piezoelectric, affixed to the prosthesis between the knee and ankle. This captor transforms into an electrical tension of low value the mechanical stress which is imposed to it.

- Theses tensions are applied at the input of the amplifier (3) which delivers signals which are sufficiently important as to be measured by an analog to digital converter (4) in order  
20 to be read and used by the microprocessor (5).

- The microprocessor contains in its memory a program allowing it to analyze the signals produced by the captor and to activate the necessary actions to control the movement of the knee joint (6) by way of an interface (7) which distributes the necessary energy to the knee block which contains an electromagnet or an electrical motor capable of braking or  
25 accelerating the flexion of the joint.

The motor or electromagnet may act directly on the movement of the joint or via a hydraulic or pneumatic mechanical system (lever, cam, gear).

- An alternative apparatus may be achieved (figure 2) by substituting the electrical energy source necessary to the control of the joint by an under-pressure fluid (air, gas or oil)  
30 reserve (8), the electromagnet or electrical motor placed in the knee joint being replaced by a jack or a motor which is activated by the fluid (6), the microprocessor (5), its power

- 5 source (1), the forces captor (2), the amplifier (3), the analog to digital converter (4) and the control system (7) remaining unchanged.

The under-pressure fluid reserve may be recharged using an external source or by a pumping system (2) placed in the prosthetic foot and actuated automatically by the flexion-extension movement carried out by the ankle joint during the stance phase.

- 10 While walking, during the stance phase, which ever embodiment is chosen, the captor collects the mechanical efforts imposed on the prosthesis and the microprocessor may then measure the duration of the stance, compute the optimal value of the time allowed for the pendular phase and control accordingly the motor organ of the prosthetic knee and then carryout a blockage of the knee joint at the instant corresponding to the beginning of the  
15 stance phase.

The system has the advantage of adapting itself to the walking speed of the subject as the reactions of the apparatus are determined by the characteristics of the stance phase.

## CLAIMS

- 1) Prosthesis intended for subjects having had an amputation of the thigh or a hip disarticulation, characterized in that the knee joint is controlled via a microprocessor.
- 2) Apparatus according to claim (1), characterized in that it comprises a captor whose signals are analyzed by a microprocessor in order to detect the activity of the subject.

Said captor consisting of a force captor which transforms the stress applied to the prosthesis into an electrical tension of low value, amplification means to amplify the tensions generated by the captor, means of measuring those tensions and means allowing them to be read by the microprocessor.

- 3) Apparatus according to any of the preceding claims, characterized when the force captor consist of a stress gauge or a ceramic piezoelectric.
- 4) Apparatus according to any of the preceding claims, characterized in that the power supplying means of the system are achieved with the use of a battery or of a battery accumulator.
- 5) Apparatus according to any of the preceding claims, characterized in that the control of the knee is achieved using an electromagnet or an electrical motor.
- 6) Apparatus according to any of the preceding claims, characterized in that the control of the knee is achieved using a jack or a motor which uses an under-pressure fluid as its source of energy.
- 7) Apparatus according to any of the preceding claims, characterized in that the energy necessary for the control of the knee is stored in the form of a fluid or a gas contained in a reservoir that may be recharged by an apparatus external to the system or with the help of a device actuated by the prosthesis when the subject walks.

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication : **2 623 086**

(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **87 15826**

⑤1 Int Cl<sup>4</sup> : A 61 F 2/70, 2/64; G 06 F 15/42.

⑫ **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

**A1**

②2 Date de dépôt : 17 novembre 1987.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la  
demande : BOPi « Brevets » n° 20 du 19 mai 1989.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-  
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : *Association pour le Développement de  
la Chirurgie Réparatrice et Orthopédique (ADCRO), sec-  
tion CERAVAL — FR.*

⑦2 Inventeur(s) : François Pelisse.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Ceraval.

⑤4 Genou prothétique commandé par un microprocesseur.

⑤7 Système de prothèse commandé par un microprocesseur  
destiné à faciliter la marche des sujets utilisant un appareil  
comportant une articulation de genou artificielle.

L'appareil est caractérisé en ce que, grâce à des circuits  
électroniques, les efforts exercés par la prothèse sont mesurés  
et analysés par un microprocesseur qui assure ensuite la mise  
en service d'un dispositif moteur destiné à contrôler le mouve-  
ment de l'articulation du genou au cours de la marche.

**FR 2 623 086 - A1**

L'invention concerne des perfectionnements apportés aux prothèses comportant une articulation de genou, destinées à l'appareillage des amputés. Les sujets ayant subi une désarticulation de hanche, une amputation inter-ilio-abdominale ou une amputation de cuisse peuvent 5 bénéficier du système.

Pendant la marche, au cours de la phase pendulaire, l'articulation du genou est animée d'un mouvement de flexion-extension d'une amplitude de 70° environ. Les actions musculaires permettent d'ajuster la durée de ce débattement angulaire à la cadence de la marche.

10 L'absence de commande des genoux prothétiques oblige les amputés à adapter leur cadence de marche à la durée d'oscillation de leur prothèse ou d'accepter une boiterie caractérisée par une phase pendulaire de la prothèse anormalement longue suivie d'une phase d'appui d'une durée réduite dans la même proportion.

15 L'invention apporte au système connu des perfectionnements qui permettent de compenser parfaitement l'absence de commande des genoux prothétiques. Suivant une des caractéristiques de l'invention, l'articulation du genou est commandée par un microprocesseur.

Suivant une autre caractéristique de l'invention, le microprocesseur 20 reçoit les informations sous forme de tension électrique correspondant aux contraintes reçues par un capteur situé dans la jambe de la prothèse.

Suivant encore une autre caractéristique de l'invention, l'articulation du genou reçoit une énergie lui permettant de se mettre en flexion ou en 25 extension. Cette énergie étant contrôlée par le microprocesseur.

Les différentes caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description qui va suivre d'une de ses formes possibles de réalisation. Il est bien précisé qu'il s'agit uniquement d'un exemple et que toute autre disposition pourrait être adoptée sans sortir 30 du cadre de l'invention.

Les dessins annexés illustrent l'invention.

- La figure 1 est une représentation schématique par blocs de la constitution de l'appareil suivant l'invention, sous une forme possible de réalisation.

35 - La figure 2 représente une variante de ce dispositif.

L'appareil (figure 1) est alimenté en énergie électrique par branchement sur une source autonome de courant (1) (pile ou accumulateur).

Il comporte un capteur de forces (2) qui peut être à jauges de 5 contraintes ou constitué par une céramique piézoélectrique, fixé sur la prothèse entre le genou et la cheville. Ce capteur transforme en tension électrique de faible valeur les contraintes mécaniques qui lui sont imposées.

Ces tensions sont appliquées à l'entrée de l'amplificateur (3) qui 10 délivre des signaux suffisamment importants pour être mesurés par un convertisseur analogique digital (4) afin d'être lus et exploités par le microprocesseur (5).

Le microprocesseur contient en mémoire un programme lui permettant d'analyser les signaux issus du capteur et de déclencher les 15 actions nécessaires au contrôle du mouvement de l'articulation du genou (6) par l'intermédiaire d'une interface (7) qui distribue l'énergie nécessaire au bloc du genou comportant un électro-aimant ou un moteur électrique capable de freiner et d'accélérer la flexion de l'articulation.

20 Le moteur ou l'électro-aimant peuvent agir directement sur le jeu de l'articulation ou par l'intermédiaire d'un système mécanique (levier, came, engrenage), hydraulique ou pneumatique.

Une variante de l'appareil peut être réalisée (figure 2) en substituant la source d'énergie électrique nécessaire à la commande de 25 l'articulation par une réserve d'un fluide sous pression (air, gaz ou huile) (8), l'électro-aimant ou le moteur électrique placé dans l'articulation du genou étant remplacé par un vérin ou un moteur actionné par le fluide (6), le microprocesseur (5), son alimentation (1), le capteur de forces (2), l'amplificateur (3), le convertisseur analogique digital (4) et le 30 système de commande (7) étant inchangés.

La réserve de fluide sous pression peut être rechargée à l'aide d'une source extérieure ou bien par un système de pompe (2) placé dans le pied prothétique et actionné automatiquement par le mouvement de flexion-extension effectué par l'articulation de la cheville au cours de la phase 35 d'appui.



Au cours de la marche, pendant la phase d'appui, quelque soit la réalisation choisie, le capteur recueille les efforts mécaniques imposés à la prothèse et le microprocesseur peut ainsi mesurer la durée de l'appui, calculer la valeur optimum du temps alloué à la phase pendulaire et commander en conséquence l'organe moteur du genou prothétique puis d'effectuer un blocage de l'articulation du genou à l'instant correspondant au début de la phase d'appui.

Le système présente l'avantage de s'adapter à la vitesse de la marche du sujet puisque les réactions de l'appareil sont déterminées par les caractéristiques de la phase d'appui.

## REVENDECATIONS

1) Prothèse destinée à l'appareillage des sujets ayant subi une amputation de cuisse ou une désarticulation de hanche, caractérisée en ce que l'articulation du genou est commandée par l'intermédiaire d'un microprocesseur.

- 5 2) Appareil suivant la revendication (1) caractérisé en ce qu'il comporte un capteur dont les signaux sont analysés par un microprocesseur afin de détecter l'activité du sujet.

Le dit capteur consiste en un capteur de forces qui transforme les contraintes reçues par la prothèse en une tension électrique de faible  
10 valeur, des moyens pour amplifier les tensions développées par le capteur, des moyens de mesure de ces tensions et des moyens pour leur permettre d'être lues par le microprocesseur.

- 3) Appareil suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé lorsque le capteur de forces consiste en un  
15 capteur à jauges de contraintes ou une céramique piézo-électrique.

4) Appareil suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens d'alimentation du système sont réalisés à l'aide d'une pile ou d'une batterie d'accumulateur.

- 20 5) Appareil suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la commande du genou soit réalisée à l'aide d'un électro-aimant ou d'un moteur électrique.

6) Appareil suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la commande du genou soit réalisée à  
25 l'aide d'un vérin ou d'un moteur utilisant comme énergie un fluide sous pression.

- 7) Appareil suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'énergie nécessaire à la commande du genou soit stockée sous forme d'un fluide ou d'un gaz contenu dans un  
30 réservoir pouvant être rechargé par un appareil extérieur au système ou à l'aide d'un dispositif actionné par la prothèse au cours de la marche du sujet.

